

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 195 01 125 A 1

21 Aktenzeichen: 195 01 125.2
22 Anmeldetag: 17. 1. 95
43 Offenlegungstag: 18. 7. 96

51 Int. Cl.⁶:
D 04 H 3/02
D 04 H 3/03
D 01 D 5/12
D 06 C 3/00
D 06 C 7/02
D 04 H 3/16

DE 195 01 125 A 1

71 Anmelder:
Reifenhäuser GmbH & Co Maschinenfabrik, 53844
Troisdorf, DE

74 Vertreter:
Andrejewski und Kollegen, 45127 Essen

72 Erfinder:
Joest, Rolf Helmut, 47226 Duisburg, DE; Gues, Hans
Georg, Dipl.-Ing., 53859 Niederkassel, DE; Balk,
Hermann, 53844 Troisdorf, DE; Kunze, Bernd,
Dr.-Ing., 53773 Hennef, DE; Schulz, Herbert, 53840
Troisdorf, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zur Herstellung einer Vliesbahn aus thermoplastischen Polymerfilamenten

57 Verfahren zur Herstellung einer Vliesbahn aus thermoplastischen Polymerfilamenten. Für die Erzeugung der Polymerfilamente wird eine Spinnerette mit nachgeschalteter Kühlkammer und Verstreckungskanal verwendet. Die Mengenströme der aus der Spinnerette austretenden Polymerströme, die Mengenströme der Kühlluft und/oder der Verstreckungsprozeßluft, die Geschwindigkeit und die Temperatur der Kühlluft und/oder der Verstreckungsprozeßluft werden so gewählt, daß die einzelnen Polymerfilamente einen geringen Filamentdurchmesser und einen geringen Kristallinitätsgrad aufweisen. Die Polymerfilamente werden auf einem Siebband zu einer Vorprodukt-Vliesbahn abgelegt. Diese wird auf Verstreckungstemperatur erwärmt und im Reckungsbereich von 100% bis 400% sowohl in Längsrichtung als auch in Querrichtung, d. h. biaxial, verstreckt. Danach erfolgt eine Thermofixierung. In der fertigen Vliesbahn ist der Kristallinitätsgrad erhöht.

DE 195 01 125 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 05. 98 602 029/322

8/30

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Vliesbahn aus thermoplastischen Polymerfilamenten, welche Polymere zwei übermolekulare Ordnungszustände, nämlich einen kristallitischen Zustandsbereich und einen amorphen Zustandsbereich, ausbilden. Polymerfilamente meint Fäden großer Länge, die auch als Endlosfäden und Monofilamente bezeichnet werden. Im Gegensatz dazu stehen Polymerfibers, d. h. verhältnismäßig kurze Fasern, die auch als Stapelfasern bezeichnet werden. Geeignete Polymere sind z. B., aber nicht beschränkend, Polyamid, Polyester, Polyethylen und Polypropylen. Insbesondere geeignet sind Polyamid 6 und Polyamid 6.6 und Polyethylenterephthalat. Die dominierenden Parameter des kristallitischen Zustandsbereichs sind die Kettenpackung im Kristallverband, der Kristallinitätsgrad, die Kristallitorientierung und die Kristallitgröße. Bei solchen Polymeren läßt sich die Kettenpackung im Kristallverband von den Verarbeitungsbedingungen der Polymere praktisch nicht beeinflussen. Andererseits sind der Kristallinitätsgrad und insbesondere die Kristallitorientierung durch die Verarbeitung zu beeinflussen. Da die Kristallitstruktur besonders stabil ist, neigen die Kettenmoleküle nicht zu Rückfaltungen. Der Schrumpf der Filamente nimmt mit zunehmendem Kristallinitätsgrad ab. Zur Festigkeit trägt der Kristallitanteil nur bei, wenn die Kristallitorientierung längs zur Faserachse verläuft. Der Kristallinitätsgrad nimmt mit steigender Abkühlgeschwindigkeit ab. Ein hoher Orientierungsgrad der Kettenmoleküle im Kristallverband fördert die Kristallinität. Der Begriff Orientierung meint in diesem Zusammenhang sowohl die Ausrichtung der Kettenmoleküle in den amorphen Bereichen als auch die Ausrichtung der Kristallitbereiche. Beim Verstrecken von Filamenten orientieren sich die Moleküle und die Kristallitbereiche. Der Grad der Orientierung hängt stark von den thermischen und mechanischen Verstreckungsbedingungen ab. Sie lassen sich im allgemeinen unschwer experimentell ermitteln. Mit zunehmender Orientierung nimmt die Festigkeit der Fasern zu, gleichzeitig reduzieren sich die Dehnung und das Schrumpfverhalten. In der Schmelze liegen die Kettenmoleküle ohne jede Ausrichtung, gleichsam wird durcheinander vor (vgl. ITB Garn- und Flächenherstellung 2/94, Seiten 8, 9).

Verfahren zur Herstellung von Vliesbahnen aus thermoplastischen Polymerfilamenten sind in verschiedenen Ausführungsformen bekannt (vgl. US 43 40 563, US 44 05 297, US 38 55 045, US 52 96 289, DE 40 14 414 A1, DE 40 14 989 A1). Die Polymerfilamente treten als Polymerschmelze aus den Düsenbohrungen einer sogenannten Spinnerette aus und bilden gleichsam einen Filamentstrang. Dieser Filamentstrang durchläuft eine Kühlkammer und wird in dieser von entsprechender Prozeßluft angeströmt. Der Filamentstrang läuft danach in einen Verstreckkanal ein. Die Kühlung und die Verstreckung erfolgen durch Luftströme. Der Kühlluftstrom kann auch zur Verstreckung umgelenkt und eingesetzt werden. Die verstreckten Polymerfilamente werden auf einem kontinuierlich bewegten Siebband zur Vliesbildung abgelegt, häufig auf das Siebband gleichsam aufgesaugt. Bei diesem Ablegen entstehen an den Kreuzungsstellen der Polymerfilamente stoffschlüssige Verbindungen, die als Kreuzungsschweißstellen bezeichnet werden. Es ist auch bekannt (DE 19 00 265 A1), Vliesbahnen auf Verstreckungstemperatur zu erwärmen und sowohl in Längsrichtung als

auch in Querrichtung, d. h. biaxial, zu verstrecken. Es versteht sich, daß eine solche biaxiale Verstreckung eine Reduzierung des Flächengewichtes bewirkt. Endlich ist es bekannt (US 52 96 289), die Vliesbahn mit über die Vliesbahn in Längsrichtung und Querrichtung verteilten, Punktschweiß-Strukturelementen mit einem Durchmesser im Millimeterbereich zu versehen und dazu durch eine Kalandieranlage zu führen, die entsprechende Kalandervalzen aufweist, von denen im allgemeinen zumindest eine beheizt ist. Im Rahmen der insoweit bekannten Maßnahmen entstehen Polymerfilamente, die einen verhältnismäßig großen Durchmesser, z. B. von über 100 µm, aufweisen. Die Flächengewichte sind entsprechend hoch. Der Kristallinitätsgrad der Polymerfilamente, die auf das Siebband abgelegt werden, ist verhältnismäßig hoch. Dieser Kristallinitätsgrad bestimmt entsprechend die physikalischen Parameter der Polymerfilamente in der Vliesbahn und damit die physikalischen Parameter der Vliesbahn selbst. Auch wenn die Vliesbahn nachträglich einer biaxialen Verstreckung mit anschließender Thermofixierung unterworfen wird, ist bei vorgegebenem Flächengewicht die Festigkeit verbesserungsbedürftig. Umgekehrt besteht bei vorgegebener Festigkeit das Bedürfnis, das Flächengewicht zu reduzieren.

Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, bei der Herstellung einer Vliesbahn aus thermoplastischen Polymerfilamenten in der fertigen Vliesbahn die Festigkeit zu erhöhen sowie die Dehnung und den Restschrumpf zu reduzieren. Anders ausgedrückt lautet das technische Problem, bei vorgegebener Festigkeit der herzustellenden Vliesbahn mit geringer Dehnung und geringem Restschrumpf das Flächengewicht zu reduzieren.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist Gegenstand der Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Vliesbahn aus thermoplastischen Polymerfilamenten, welche Polymere zwei übermolekulare Ordnungszustände, nämlich einen kristallitischen Zustandsbereich und einen amorphen Zustandsbereich, ausbilden, — mit den Merkmalen:

1.1) für die Erzeugung der Polymerfilamente wird eine Spinnerette mit nachgeschalteter Kühlkammer und Verstreckungskanal verwendet, die mit Kühlluft und/oder mit Verstreckungsprozeßluft betrieben werden,

1.2) die Mengenströme der aus der Spinnerette austretenden Polymerströme, die Mengenströme der Kühlluft und/oder der Verstreckungsprozeßluft, die Geschwindigkeit und die Temperatur der Kühlluft und/oder der Verstreckungsprozeßluft werden so gewählt, daß die einzelnen Polymerfilamente einen Filamentdurchmesser von unter 100 µm und einen Kristallinitätsgrad von unter 45% aufweisen, 1.3) die gemäß Merkmal 1.2) eingerichteten Polymerfilamente werden auf ein kontinuierlich bewegtes Siebband abgelegt und dabei an den Kreuzungspunkten der Polymerfilamente stoffschlüssig mit Kreuzungsschweißstellen zu einer Vorprodukt-Vliesbahn vereinigt,

1.4) die gemäß Merkmal 1.3) eingerichtete Vorprodukt-Vliesbahn wird auf eine Verstreckungstemperatur erwärmt und im Reckungsbereich von 100% bis 400% sowohl in Längsrichtung als auch in Querrichtung, d. h. biaxial, verstreckt,

1.5) die gemäß Merkmal 1.4) verstreckte Vorprodukt-Vliesbahn wird bei einer Thermofixierungs-

temperatur, die höher liegt als die Verstreckungs-
temperatur, zur fertigen Vliesbahn thermofixiert,

mit den Maßgaben, daß die Verstreckung gemäß Merkmal 1.4) und die Thermofixierung gemäß Merkmal 1.5) so geführt werden, daß die Polymerfilamente in der fertigen Vliesbahn im Mittel einen Kristallinitätsgrad von zumindest 50% aufweisen. Vorzugsweise liegt der Filamentdurchmesser der einzelnen Polymerfilamente im Rahmen des Merkmals 1.2) unter 50 µm, z. B. im Bereich von 15 bis 30 µm. Vorzugsweise wird so gearbeitet, daß der Kristallinitätsgrad in der fertigen Vliesbahn beachtlich über 50%, z. B. bei 75 bis 80% liegt. — Die Polymerfilamente treten als Polymerströme mit amorpher Struktur aus den Düsenbohrungen der Spinnerette aus. Überraschenderweise können die Abkühlung sowie die Verstreckung so geführt werden, daß die verfestigten Polymerfilamente nur den angegebenen geringen Kristallinitätsgrad aufweisen, was, wie noch dargelegt wird, zu erheblichen Vorteilen führt.

Die abgelegten Polymerfilamente können im Rahmen der Erfindung als Vliesbahn durch einen Kalandar geführt werden, so daß der Verbund der Polymerfilamente verbessert wird. Nach bevorzugter Ausführungsform wird die Vorprodukt-Vliesbahn im Anschluß an das Merkmal 1.3) mit über die Vorprodukt-Vliesbahn in Längsrichtung und Querrichtung verteilten Punktschweiß-Strukturelementen z. B. mit einem Durchmesser von zumindest einem Millimeter, versehen und dazu durch eine Kalandranlage geführt, wobei im Anschluß daran die biaxiale Verstreckung gemäß Merkmal 1.4) sowie die Thermofixierung gemäß Merkmal 1.5) und die weiteren Maßnahmen aus Patentanspruch 1 durchgeführt werden.

Die Erfindung geht von der Erkenntnis aus, daß überraschenderweise die Mengenströme der Polymerströme, die Mengenströme der Kühlluft und/oder der Verstreckungsprozeßluft, die Geschwindigkeit und die Temperatur der Kühlluft und/oder der Verstreckungsprozeßluft so eingestellt werden können, daß die einzelnen Polymerfilamente einen Filamentdurchmesser sowie einen Kristallinitätsgrad aufweisen, wie es im Merkmal 1.2) angegeben wurde. Überraschenderweise können diese Polymerfilamente nichtsdestoweniger im Sinne des Merkmals 1.3) problemlos vliesbahnbildend abgelegt werden, und zwar ausreichend "selbstklebend" an den Kreuzungsschweißstellen. Die nach der Lehre der Erfindung hergestellten Polymerfilamente haben gegenüber den bekannten Maßnahmen einen geringeren Filamentdurchmesser, wie es das Merkmal 1.2) angibt. Nichtsdestoweniger kann ohne Bruch der Filamente und ohne Bruch der Kreuzungsschweißstellen die biaxiale Verstreckung mit hohem Reckverhältnis gemäß Merkmal 1.4) durchgeführt werden. — Im Ergebnis gelingt es, Vliesbahnen aus Polymerfilamenten herzustellen, die gegenüber den bekannten Produkten bei geringem Flächengewicht höhere Festigkeiten und geringere Dehnungen aufweisen, die, anders ausgedrückt, gegenüber den bekannten Produkten bei vorgegebenen Festigkeiten geringere Flächengewichte aufweisen. Insofern ist die durch die Erfindung erreichbare Ersparnis an Polymerwerkstoff beachtlich. Das alles gilt insbesondere dann, wenn die Vorprodukt-Vliesbahn, wie beschrieben, mit Punktschweiß-Strukturelementen versehen ist. — Es versteht sich, daß die fertige Vliesbahn einige Bruchstellen in den Polymerfilamenten bzw. an den Kreuzungsschweißstellen aufweist. Die Anzahl dieser Bruchstellen läßt sich so gering halten, daß sie ohne

Einfluß sind.

Im einzelnen bestehen im Rahmen der Erfindung mehrere Möglichkeiten der weiteren Ausbildung und Gestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens. Bei der Verstreckung gemäß Merkmal 1.4) wird man so vorgehen, daß die Kreuzungsschweißstellen an den Kreuzungspunkten der Polymerfilamente praktisch unzerstört bleiben. In der Ausführungsform mit Polymeren aus der Gruppe Polyamid, Polyester, Polyethylen und Polypropylen wird bei der Verstreckung gemäß Merkmal 1.4) vorzugsweise mit einer Reckung von etwa 300% gearbeitet.

Es empfiehlt sich, bei der Verstreckung gemäß Merkmal 1.4) mit einer Verstreckungstemperatur im Bereich von 80° bis 150° C zu arbeiten. Es empfiehlt sich fernerhin, bei der Thermofixierung gemäß Merkmal 1.5) mit einer Thermofixierungstemperatur im Bereich 120° bis 200° C zu arbeiten. Eine Kühlung kann sich anschließen. Nach bevorzugter Ausführungsform der Erfindung wird die Thermofixierung gemäß Merkmal 1.5) mit Heißluft durchgeführt und werden dabei die Oberflächen der Polymerfilamente, zumindest teilweise, angeschmolzen. Diese Maßnahme erhöht die Bruchfestigkeit der Polymerfilamente. Nach bevorzugter Ausführungsform der Erfindung wird fernerhin so verfahren, daß die Punktschweiß-Strukturelemente nichtdurchgeschweißte Schweißtrichter aufweisen, wobei diese Schweißtrichter durch die biaxiale Verstreckung gemäß Merkmal 1.4) flachgezogen werden. Nichtdurchgeschweißte Schweißtrichter bezeichnet solche, in denen die Polymerfilamente noch als solche liegen oder erkennbar sind, die Bildung von gleichsam homogenen Polymerbereichen in den Punktschweiß-Strukturelementen also vermieden worden ist. Flachgezogen sind die Schweißtrichter, wenn sie, bei Betrachtung mit dem bloßen Auge, ihre Trichterform praktisch verloren haben.

Im Rahmen der Erfindung kann die Verstreckung gemäß Merkmal 1.4) und kann die Thermofixierung gemäß Merkmal 1.5) mit den im Patentanspruch angegebenen Maßgaben Inline durchgeführt werden. Inline bedeutet, daß die Herstellung der Polymerfilamente, die Bildung der Vorprodukt-Vliesbahn durch Ablegung der Polymerfilamente, die Verstreckung und die Thermofixierung in einer Anlage erfolgen. Es besteht aber auch die Möglichkeit, die Verstreckung gemäß Merkmal 1.4) und die Thermofixierung gemäß Merkmal 1.5) mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Maßnahmen Offline durchzuführen. Offline bedeutet, daß diese Maßnahmen zu anderer Zeit und ggf. an einem anderen Ort erfolgen, als die Herstellung der Vorprodukt-Vliesbahn.

Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellte fertige Vliesbahn kann sehr unterschiedliche Anwendungen und Verwendungen finden und kann dazu in bezug auf Flächengewicht, Festigkeit, Dehnung und Schrumpfverhalten entsprechend eingerichtet werden. Die fertige Vliesbahn kann auch als Bestandteil einer Verbund-Vliesbahn eingesetzt werden, die aus mehreren Vliesbahnschichten und, Vliesbahnen unterschiedlichen Materials und/oder unterschiedlicher Struktur besteht.

Ausführungsbeispiel

Das erfindungsgemäße Verfahren entsprechend den Merkmalen 1.1), 1.2) und 1.3) wurde mit einem Polypropylen-Polymer durchgeführt. Die Vorprodukt-Vliesbahn wird einer Vorwärmung mittels rotierender Walzen unterzogen. Die Anzahl der Walzen hängt von dem

Flächengewicht und der Arbeitsgeschwindigkeit ab. Die Temperaturen liegen im Bereich von 130 bis 150°C, die Verweilzeit beträgt 3 bis 20 Sek. Die Arbeitsgeschwindigkeiten liegen im Bereich von 20 bis 200 m/min. Die Walzen sind innerhalb einer Längsverstreckeinrichtung angeordnet. Die Verstreckung kann ein- oder zweistufig erfolgen. Die Verstreckzonen sind bei der Längsverstreckeinrichtung variabel durch Verstellung des Reckspaltes und des Verstreckverhältnisses. Die Länge des Reckspaltes liegt im Bereich von 3 bis 30 mm. Die Verstreckverhältnisse betragen 1 : 1,2 bis 1 : 3,0. Der Reckspalt ist durch beheizte Anpreßwalzen definiert und fixiert. Ein schneller laufendes Abzugswalzenpaar übernimmt die Verstreckarbeit und führt das nunmehr mon axial orientierte Vorprodukt-Vlies der Querverstreckeinrichtung zu.

Die Querverstreckeinrichtung besteht aus mehreren hintereinander angeordneten Heizzonen, in welchen an Gleitschienen geführte Kluppen an Endloskettengliedern befestigt sind, die konisch auseinanderlaufen. Bei Einlauf in diese Verstreckeinrichtung erfassen die Kluppen die Vliesränder und führen das Vlies in die Vorheizzonen, in welchen das Vlies auf die gewünschte Verstrecktemperatur vorgewärmt wird. Anschließend erfolgt eine sukzessive Querverstreckung auf das gewünschte Verstreckverhältnis. Die Konizität des Verstreckvorganges ist abhängig vom Vorprodukt-Vlies und von der gewünschten Isotropie der fertigen Vliesbahn in bezug auf die Verstreckverhältnisse.

Die Verstreckverhältnisse liegen im Bereich von 1 : 1,5 bis 1 : 3,5, die Konizität beträgt 0,5 bis 12°. Die Verstrecktemperaturen liegen im Bereich von 140 bis 175°C. Die Thermofixierung kann bei oder nach der Verstreckung erfolgen, Fixiertemperatur 140 bis 175°C.

Die fertige Vliesbahn wies die folgenden Eigenschaften auf:

- Flächengewicht (g/m²) 10
- Kapillartiter (dtex) 1,8
- Reißfestigkeit MC/CD (N/5 cm) 28/21
- Reißdehnung MC/CD (%) 25/25

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Vliesbahn aus thermoplastischen Polymerfilamenten, welche Polymere zwei übermolekulare Ordnungszustände, nämlich einen kristallitischen Zustandsbereich und einen amorphen Zustandsbereich, ausbilden, — mit den Merkmalen:

1.1) für die Erzeugung der Polymerfilamente wird eine Spinnerette mit nachgeschalteter Kühlkammer und Verstreckungskanal verwendet, die mit Kühlluft und/oder mit Verstreckungsprozeßluft betrieben werden,

1.2) die Mengenströme der aus der Spinnerette austretenden Polymerströme, die Mengenströme der Kühlluft und/oder der Verstreckungsprozeßluft, die Geschwindigkeit und die Temperatur der Kühlluft und/oder der Verstreckungsprozeßluft werden so gewählt, daß die einzelnen Polymerfilamente einen Filamentdurchmesser von unter 100 µm und einen Kristallinitätsgrad von unter 45% aufweisen,

1.3) die gemäß Merkmal 1.2) eingerichteten Polymerfilamente werden auf ein kontinuierlich bewegtes Siebband abgelegt und dabei an den Kreuzungspunkten der Polymerfilamente

stoffschlüssig mit Kreuzungsschweißstellen zu einer Vorprodukt-Vliesbahn vereinigt,

1.4) die gemäß Merkmal 1.3) eingerichtete Vorprodukt-Vliesbahn wird auf eine Verstrecktemperatur erwärmt und im Reckungsbereich von 100% bis 400% sowohl in Längsrichtung als auch in Querrichtung, d. h. biaxial, verstreckt,

1.5) die gemäß Merkmal 1.4) verstreckte Vorprodukt-Vliesbahn wird bei einer Thermofixierungstemperatur, die höher liegt als die Verstrecktemperatur, zur fertigen Vliesbahn thermofixiert,

mit den Maßgaben, daß die Verstreckung gemäß Merkmal 1.4) und die Thermofixierung gemäß Merkmal 1.5) so geführt werden, daß die Polymerfilamente in der fertigen Vliesbahn im Mittel einen Kristallinitätsgrad von zumindest 50% aufweisen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Vorprodukt-Vliesbahn im Anschluß an Merkmal 1.3) mit über die Vorprodukt-Vliesbahn in Längsrichtung und in Querrichtung verteilten Punktschweiß-Strukturelementen mit einem Durchmesser von zumindest 1 mm versehen und dazu durch eine Kalanderanlage geführt wird, wobei im Anschluß daran die biaxiale Verstreckung gemäß Merkmal 1.4) sowie die Thermofixierung gemäß 1.5) sowie die im Anspruch 1 angegebenen Maßgaben durchgeführt werden.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, wobei bei der Verstreckung gemäß Merkmal 1.4) die Kreuzungsschweißstellen an den Kreuzungspunkten der Polymerfilamente praktisch unzerstört bleiben.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei bei der Verstreckung gemäß Merkmal 1.4) mit einer Verstrecktemperatur im Bereich von 80 bis 150°C gearbeitet wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei bei der Thermofixierung gemäß Merkmal 1.5) mit einer Thermofixierungstemperatur im Bereich von 180 bis 200°C gearbeitet wird.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Thermofixierung gemäß Merkmal 1.5) mit Heißluft durchgeführt wird und dabei die Oberflächen der Polymerfilamente, zumindest bereichsweise, angeschmolzen werden.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6 mit der Maßgabe, daß die Verstreckung gemäß Merkmal 1.4) und die Thermofixierung gemäß Merkmal 1.5) so geführt werden, daß die Polymerfilamente in der fertigen Vliesbahn im Mittel einen Kristallinitätsgrad von etwa 75% aufweisen.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 7, wobei die Punktschweiß-Strukturelemente mit nichtdurchgeschweißten Schweißstrichtern erzeugt werden und wobei diese Schweißstrichter durch die biaxiale Verstreckung gemäß Merkmal 1.4) flachgezogen werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Verstreckung gemäß Merkmal 1.4) sowie die Thermofixierung gemäß Merkmal 1.5) mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Maßgaben Inline durchgeführt werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei die Verstreckung gemäß Merkmal 1.4) sowie die Thermofixierung gemäß Merkmal 1.5) mit den im Patentanspruch 1 angegebenen Maßgaben Of-

fliehe durchgeführt werden.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -